

СТОМАТОЛОГИЯ/DENTISTRY

DOI: <https://doi.org/10.62993/CMED.2025.5.3>

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭТИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ МЫШЕЧНЫХ ПАРАФУНКЦИЙ И ДИСФУНКЦИИ ВИСОЧНО-НИЖНЕЧЕЛЮСТНОГО СУСТАВА

Научная статья

Игнатъева Л.А.^{1,*}, Хамидуллина Л.Н.², Сафиуллина З.А.³, Шаймарданов А.А.⁴, Фазульязнова А.Д.⁵¹ORCID : 0000-0003-3159-6639;²ORCID : 0009-0006-4004-6689;³ORCID : 0009-0001-3139-8897;⁴ORCID : 0009-0004-4852-1734;^{1, 3, 4} Казанский государственный медицинский университет Минздрава России, Казань, Российская Федерация^{2, 5} Стоматологическая поликлиника №9 Азино, Казань, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (ign-lilya[at]yandex.ru)

Аннотация

На сегодняшний день этиология развития заболеваний височно-нижнечелюстного сустава, как и этиология развития мышечных дисфункций челюстно-лицевой области, различна. Опираясь на исследование разных авторов, можно предположить, что имеется корреляция между развитием данных заболеваний. Цель исследования — проведение обзора литературы на тему взаимного влияния развития дисфункции височно-нижнечелюстного сустава и развитие парафункции мышц челюстно-лицевой области. Материалы и методы. С применением систем поиска PubMed и eLIBRARY был осуществлен систематический литературный обзор статей, посвященных распространенности дисфункции височно-нижнечелюстного сустава и мышечной парафункции за последние 10 лет статей. Результаты. Мышечные парафункции и дисфункция височно-нижнечелюстного сустава связаны: мышечные парафункции вызывают появление дисфункции височно-нижнечелюстного сустава, которая вызывает сокращение мышц, ухудшая положение пациента. Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава, в свою очередь, приводит к нарушению функции мышц, усиленному давлению мышцы на сустав и появлению болезненных ощущений.

Ключевые слова: дисфункция височно-нижнечелюстного сустава, миофасциальная боль, гиперфункция височно-нижнечелюстного сустава, парафункция жевательных мышц.

RELATIONSHIP BETWEEN THE ETIOLOGY OF THE DEVELOPMENT OF MUSCULAR PARAFUNCTIONS AND TEMPOROMANDIBULAR JOINT DISORDER

Research article

Ignateva L.A.^{1,*}, Khamidullina L.N.², Safiullina Z.A.³, Shaimardanov A.A.⁴, Fazulzyanova A.D.⁵¹ORCID : 0000-0003-3159-6639;²ORCID : 0009-0006-4004-6689;³ORCID : 0009-0001-3139-8897;⁴ORCID : 0009-0004-4852-1734;^{1, 3, 4} Kazan state medical university Ministry of Health of Russia, Kazan, Russian Federation^{2, 5} Dental clinic №9 Azino, Kazan, Russian Federation

* Corresponding author (ign-lilya[at]yandex.ru)

Abstract

Today, the etiology of temporomandibular joint disorders, as well as the etiology of the development of muscular dysfunctions of the maxillofacial region, is different. Based on the research of different authors, it can be assumed that there is a correlation between the development of these diseases. The aim of the study is to conduct a literature review on the topic of mutual influence of the development of temporomandibular joint disorder and the development of parafunction of muscles of the maxillofacial region. Materials and methods. Using PubMed and eLIBRARY search engines, a systematic literature review of papers on the prevalence of temporomandibular joint disorder and muscle parafunction over the last 10 years of articles was performed. Results. Muscular parafunctions and temporomandibular joint disorder are related: muscular parafunctions cause the appearance of temporomandibular joint dysfunction, which causes muscle contraction, worsening the patient's position. Temporomandibular joint dysfunction, in turn, leads to impaired muscle function, increased muscle pressure on the joint and pain.

Keywords: temporomandibular joint disorder, myofascial pain, temporomandibular joint hyperfunction, masticatory muscle parafunction.

Введение

На данный момент распространенность дисфункции височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) весьма высока. Согласно ряду исследований, синдром болевой дисфункции ВНЧС трактуется как симптомокомплекс, включающий локальную боль и щелчки в проекции сустава, слуховые нарушения (тиннитус, ощущение заложенности ушей), иррадиацию боли в теменную, затылочную и лицевую области, сопутствующие проявления — глоссодинию, ксеростомию и вертиго (головокружение) [1], [2], [3], [4], [5]. Также данное понятие включает в себя дезорганизацию физиологической работы сустава вследствие патологий окклюзии зубных рядов [6], [7], [8], [9], [10].

Как известно, парафункция жевательных мышц — это нецелесообразная деятельность, выражающаяся в самопроизвольных привычных движениях нижней челюсти или сжатии зубов, не связанных с жеванием, глотанием, речью и другими естественными актами. Парафункцией мышц челюстно-лицевой области (ЧЛО) принято также считать состояние гипо- или гипер-тонуса мышц. Одной из распространенных форм парафункций жевательных мышц является сжатие, стискивание зубов в сочетании с боковыми движениями нижней челюсти, приводящее к скрежетанию зубами во время сна (бруксизм).

Проблема этиологии парафункции мышц и дисфункции ВНЧС изучалась многими авторами. Анализируя результаты многочисленных исследований, можно утверждать, что заболевание имеет полиэтиологический характер с общей причинно-следственной связью развития заболеваний [11], [21], [22], [23].

Целью исследования является проведение обзора литературы на тему взаимного влияния развития дисфункции височно-нижнечелюстного сустава и развитие парафункции мышц ЧЛО.

Методы и принципы исследования

Проведен литературный обзор научных работ за последние 10 лет с применением систем поиска PubMed и eLIBRARY, по вышеупомянутым ключевым словам. Для проведения анализа использованы статьи, имеющие проверенную исследовательскую базу по проблемам, причастным к распространенности дисфункции ВНЧС, мышечным парафункциям челюстно-лицевой области. В данной статье раскрыты точки зрения различных авторов по поводу связи дисфункции ВНЧС с наличием мышечных изменений челюстно-лицевой области, имеется их сравнение, обобщение, синтез, определены противоречия, взаимоотношения, обобщена теоретическая информация о предыдущих исследованиях, имеется систематизация происходящего в изучаемой научной отрасли, изучены пробелы научной разработанности проблемы и этапы ее развития на текущий момент.

Критерии включения. Оригинальные полнотекстовые статьи, систематические обзоры, множественные клинические случаи, опубликованные с 2015 года по 2025 год, посвященные использованию распространенности дисфункции ВНЧС, распространенности мышечной дисфункции челюстно-лицевой области.

Для русскоязычных источников использовались следующие поисковые запросы: «дисфункция ВНЧС», «парафункция жевательных мышц», «мышечные изменения при дВНЧС», «височно-нижнечелюстные расстройства», «ремоделирование ВНЧС», «гиперфункция зубочелюстного аппарата», «бруксизм». Для англоязычных: «TMJ dysfunction», «parafunction of the masticatory muscles», «muscular changes in TMJ», «temporomandibular disorders», «TMJ remodeling», «hyperfunction of the maxillary apparatus», «bruxism». Текстовые запросы использовались отдельно или в комбинации. Источники на русском и английском языках были обработаны без использования специализированных программных средств, полнотекстовые источники, отобранные в ходе анализа рефератов, легли в основу текущего обзора.

Данные, полученные из каждого исследования, включали: вид и способ использования, размер выборки, год публикации, полученные в ходе исследования клинические результаты.

Основные результаты

Современная стоматологическая наука характеризуется согласованностью исследователей относительно преимущественного влияния гиперфункциональных нарушений в зубочелюстной системе, выступающих ключевым патогенетическим фактором дисгармонии мышечно-суставного комплекса. Как указывают результаты исследований Майборода Ю. Н. с соавторами (2017), коморбидное поражение тканей, ассоциированное с парафункциональной активностью жевательной мускулатуры, индуцирует формирование полиморфного синдрома, объединяющего морфологические и функциональные отклонения. Данный феномен выражается в виде стойкой диспропорции движения височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС), обусловленной несогласованностью между трофическими, биомеханическими и нейромышечными компонентами системы [12].

По мнению Pihut M. и соавт. (2023), височно-нижнечелюстное расстройство (ВНЧР) представляет собой полиэтиологическую патологию, объединяющую комплекс симптомов, связанных с дисфункцией жевательных мышц, височно-нижнечелюстных суставов и прилегающих структур. Ключевой проблемой при этом является систематическая гипертония жевательной мускулатуры (жевательных, височных, крыловидных мышц), провоцирующая деструктивные изменения в зубочелюстной системе. Особенности строения жевательных мышц, включая специфические изоформы миозина, обуславливают их высокую сократительную активность, что повышает риск патологического перенапряжения [13].

В соответствии с работами Khawaja S.N. и соавт. (2015), эмпирические данные также демонстрируют тенденцию к гипервозбудимости жевательной мускулатуры у пациентов с болевыми формами височно-нижнечелюстных расстройств, регистрируемую как в фазу активного бодрствования, так и в период сна. Однако для височной мышцы в аналогичных условиях не характерна данная корреляция с болевыми проявлениями. Примечательно, что повышение электромиографической активности височной мышцы в группе людей с болевым синдромом фиксируется исключительно в экстремальных режимах активности, соответствующих амплитудным диапазонам <25% и ≥80%. Полученные результаты подтверждают взаимосвязь между гипертонусом жевательной мускулатуры и развитием болевого синдрома при ВНЧС-ассоциированных патологиях [14].

По мнению Cutroneo G. и соавт. (2016), Vermiglio G. (2020) и соавт. (2020), дисфункциональные изменения височно-нижнечелюстного сустава преимущественно приводят к снижению функциональной активности собственно жевательной и височной мускулатуры [15], [16].

Согласно работам Marcelli A. и соавт. (2016), электромиографический анализ выявил выраженное несоответствие сократительной активности височных мышц у пациентов с дисфункцией ВНЧС при выполнении максимального произвольного сжатия зубов. В обеих клинических группах наблюдалось нарушение синергии между собственно жевательными и височными мышцами, сопровождающееся патологическим перераспределением мышечного

напряжения с преобладанием височных мышц. При жевании у группы пациентов с дВНЧС отмечалась гиперактивность балансирующей мускулатуры, преимущественно жевательной, в сравнении с контрольной группой. Асимметрия мышечного набора при контралатеральном жевании выражена сильнее у пациентов с дисфункциональным состоянием ВНЧС. Количественная оценка таких функциональных индексов, как координация, симметрия, эффективность жевания, продемонстрировала их статистически значимое снижение как при умеренной, так и при тяжелой степени дисфункции. У пациентов с хроническим течением патологии наблюдалось изменение организованной активности, которое приводила к прогрессирующему ухудшению показателей функционирования [17].

Предварительное исследование Iwasaki L.R. и соавт. (2015) выявило статистически значимую разницу в поведении при окклюзионной нагрузке между пациентами с дисфункцией ВНЧС и контрольной группой. У пациентов с билатеральным смещением суставного диска и хроническим миофасциальным болевым синдромом зафиксировано значительное повышение активности височной мускулатуры при стандартизированной нагрузке 20 Н по сравнению с собственно жевательными мышцами у здоровых участников. В условиях естественной функциональной нагрузки женщины с двусторонним смещением диска без боли в ВНЧС демонстрировали пролонгированную низкоамплитудную активность в обеих группах жевательных мышц, в отличие от группы с болевым синдромом и контрольной группы мужчин. Также у них было выявлено усиление ночной активности жевательной мускулатуры при минимальной окклюзионной нагрузке, по сравнению с другими группами, что трактуется как ключевой этиопатогенетический фактор, способствующий разрушению суставного диска под действием циклических нагрузок [18].

По мнению Iglesias-Reón M. и соавт. (2023), у пациентов с ВНЧР медиальная крыловидная мышца демонстрирует сниженные функциональные показатели по сравнению с жевательной и височной мышцами, независимо от характера боли. При этом её значения остаются в пределах 95% доверительного интервала, что соответствует норме [19].

Исследования Mapelli A. и соавт. (2016), Szyszka-Sommerfeld L. и соавт. (2020), Berni K.C. и соавт. (2015), Szyszka-Sommerfeld L. и соавт. (2022), Li B.Y. и соавт. (2016) демонстрируют высокие показатели поверхностного электромиографического (ПЭМ) исследования у пациентов с височно-нижнечелюстными расстройствами. Показано, что повышенная поверхностная ЭМГ-активность жевательных (Masseter) и височных (Temporalis) мышц в состоянии функционального покоя коррелирует с дисфункцией ВНЧС, тогда как при максимальном произвольном сокращении (МПС) наблюдается обратная динамика. Данные противоречия интерпретируются как проявление нейромышечной дисфункции [17], [20], [21], [22], [23].

В рамках исследования Lee Y.H. и соавт. (2021) наибольшие структурные аномалии по данным МРТ у пациентов с дисфункцией ВНЧС наблюдались в латеральной крыловидной мышце при посттравматическом генезе нарушений. В этой группе данная гипертрофия встречалась в 57,8% случаев (против 17,8%), а изменения сигнальных характеристик — в 42,2% (против 15,6%), что существенно превышало показатели группы без травматического анамнеза [24].

Заключение

Таким образом, можно говорить о том, что развитие мышечных парафункций и дисфункции ВНЧС взаимосвязаны. Дисфункция ВНЧС может вызвать изменения в жевательной, височной, латеральной и медиальной крыловидных мышцах и привести к мышечным парафункциям: гиперреактивности; нарушениям работы жевательных мышц, таким как бруксизм (скрежетание зубами) и стискивание зубов; к морфологическим изменениям в мышце — гипертонии Pihut M. и соавт. (2023), Cutroneo G. и соавт. (2016), гипотонии Mapelli A. и соавт. (2016), Szyszka-Sommerfeld L. и соавт. (2020), Berni K.C. и соавт. (2015), боли Lomas J. и соавт. (2018), снижению функциональной активности мышцы Khawaja S.N. и соавт. (2015).

В свою очередь, дисфункция ВНЧС возникает вследствие различных факторов, включая травмы, мышечные парафункции. Когда мышцы находятся в состоянии постоянного напряжения, они могут оказывать давление на сустав, что приводит к воспалительным процессам, боли и ограничению движений, и как следствие, дисфункции ВНЧС (Iwasaki L.R. и соавт. (2015), Mapelli A. и соавт. (2016)).

Таким образом, мышечные парафункции и дисфункция ВНЧС образуют замкнутый круг: мышечные парафункции способствуют развитию дисфункции ВНЧС, которая, в свою очередь, усиливает мышечный спазм и усугубляет состояние пациента, и, наоборот, дисфункция ВНЧС вызывает парафункцию мышц, которые еще больше давят на сустав и вызывают болезненные ощущения.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Бейнарович С.В. Современный взгляд на этиологию и патогенез дисфункции височно-нижнечелюстного сустава / С.В. Бейнарович // Кубанский научный медицинский вестник. — 2018. — 25 (6). — С. 164–70. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-164-170.

2. Михальченко Д.В. Эффективность применения последовательной смены капп у пациентов с мышечно-суставной дисфункцией на этапе предпротетической подготовки / Д.В. Михальченко // Клиническая стоматология. — 2019. — 2 (90). — С. 68–71.
3. Трезубов В.Н. Ортопедическая стоматология / В.Н. Трезубов. — Москва : ГЭОТАР-МЕДИА, 2024. — 736 с.
4. Gebska M. Qualitative and quantitative assessment of headaches in people with temporomandibular joint disorders: A pilot study / M. Gebska // Adv Clin Exp Med. — 2023. — 23(10). — P. 1193–1199.
5. Kubala E. Multidisciplinary and Nonpharmacological Management of Pain in Temporomandibular Disorders (TMDs) / E Kubala // Pain Res Manag. — 2022. — 11. — P. 360.
6. Латышева Н.В. Дисфункция височно-нижнечелюстного сустава как наиболее частая причина боли в лице: современное состояние проблемы / Н.В. Латышева // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. — 2017. — 117(10). — С. 106–113.
7. Абакаров С.И. Основы анатомии, окклюзии и артикуляции в стоматологии / С.И. Абакаров. — Москва : ГЭОТАР-МЕДИА, 2019. — 528 с.
8. Рединова Т.Л. Болезни мышечно-суставного комплекса височно-нижнечелюстного сустава: частота встречаемости, клиника, этиопатогенетические факторы / Т.Л. Рединова // Российский стоматологический журнал. — 2021. — 25(2). — С. 185–192. DOI: 10.17816/1728-2802-2021-25-2-185-192.
9. Lomas J. Temporomandibular dysfunction / J. Lomas // Aust J Gen Pract. — 2018. — 47(4). — P. 212–215.
10. List T. Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts / T. List // Cephalalgia. — 2017. — 37(7). — P. 692–704.
11. Palmer J. Temporomandibular disorders / J. Palmer // BJA Educ. — 2021. — 21(2). — P. 44–50.
12. Майборода Ю.Н. Нейромышечная и суставная дисфункция височно-нижнечелюстного сустава. / Ю.Н. Майборода // Кубанский научный медицинский вестник. — 2017. — 24(3). — С. 142–148.
13. Pihut M. The significance of masticatory muscle's relaxation in the treatment of the temporomandibular disorders / M. Pihut // Review article. — 2023. — 63(1). — P. 45–52.
14. Khawaja S.N. Infield masticatory muscle activity in subjects with pain-related temporomandibular disorders diagnoses / S.N. Khawaja // Orthod Craniofac Res. — 2015. — 18. — P. 137–145.
15. Cutroneo G. Morphofunctional compensation of masseter muscles in unilateral posterior crossbite patients / G. Cutroneo // Eur J Histochem. — 2016. — 60(2). — P. 2605.
16. Vermiglio G. Immunofluorescence Evaluation of Myf5 and MyoD in Masseter Muscle of Unilateral Posterior Crossbite Patients / G. Vermiglio // J Funct Morphol Kinesiol. — 2020. — 5. — P. 80.
17. Mapelli A. Reorganization of muscle activity in patients with chronic temporomandibular disorders / A. Mapelli // Arch Oral Biol. — 2016. — 72. — P. 164–171.
18. Iwasaki L.R. A pilot study of ambulatory masticatory muscle activities in temporomandibular joint disorders diagnostic groups / L.R. Iwasaki // Orthod Craniofac Res. — 2015. — 1. — P. 146–155.
19. Iglesias-Peón M. Test-retest reliability of the isometric contraction test (IC test) of the masticatory muscles in subjects with and without temporomandibular muscle disorders / M. Iglesias-Peón, J. Mesa-Jiménez, C. Fernández-de-las-Peñas // Journal of Applied Oral Science. — 2023. — Vol. 31. — e20230001 p. — DOI: 10.1590/1678-7757-2023-0045.
20. Szyszka-Sommerfeld L. Electromyography as a Means of Assessing Masticatory Muscle Activity in Patients with Pain-Related Temporomandibular Disorders / L. Szyszka-Sommerfeld, M. Machoy, M. Lipski [et al.] // Pain Res Manag. — 2020. — Vol. 2020. — 9750915 p. — DOI: 10.1155/2020/9750915.
21. Berni K.C. Accuracy of the surface electromyography RMS processing for the diagnosis of myogenous temporomandibular disorder / K.C. Berni, A.V. Dibai-Filho, P.F. Pires [et al.] // Journal of Electromyography and Kinesiology. — 2015. — Vol. 25. — № 4. — P. 596–602. — DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.05.004.
22. Szyszka-Sommerfeld L. Accuracy of Surface Electromyography in the Diagnosis of Pain-Related Temporomandibular Disorders in Children with Awake Bruxism / L. Szyszka-Sommerfeld, M. Sycińska-Dziarnowska, A. Budzyńska [et al.] // J Clin Med. — 2022. — Vol. 11. — № 5. — 1323 p. — DOI: 10.3390/jcm11051323.
23. Li B.Y. An investigation on the simultaneously recorded occlusion contact and surface electromyographic activity for patients with unilateral temporomandibular disorders pain / B.Y. Li, L.J. Zhou, S.X. Guo [et al.] // Journal of Electromyography and Kinesiology. — 2016. — Vol. 28. — P. 199–207. — DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.11.002.
24. Lee Y.H. MRI-Based Assessment of Masticatory Muscle Changes in TMD Patients after Whiplash Injury / Y.H. Lee, K.M. Lee, Q.S. Auh // Journal of Clinical Medicine. — 2021. — Vol. 10. — № 7. — 1404 p. — DOI: 10.3390/jcm10071404.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Beinarovich S.V. Sovremennii vzglyad na etiologiyu i patogenez disfunktsii visochno-nizhnechelyustnogo sustava [A modern view on the etiology and pathogenesis of temporomandibular joint dysfunction] / S.V. Beinarovich // Kubanskiy nauchnyy meditsinskii vestnik [Kuban Scientific Medical Bulletin]. — 2018. — 25 (6). — P. 164–70. DOI: 10.25207/1608-6228-2018-25-6-164-170. [in Russian]
2. Mikhachenko D.V. Effektivnost primeneniya posledovatelnoi smeni kapp u patsientov s mishechno-sustavnoi disfunktsiei na etape predproteticheskoi podgotovki [The effectiveness of the sequential change of mouthguards in patients with musculoskeletal dysfunction at the stage of pre-prosthetic preparation] / D.V. Mikhachenko // Klinicheskaya stomatologiya [Clinical dentistry]. — 2019. — 2 (90). — P. 68–71. [in Russian]
3. Trezubov V.N. Ortopedicheskaya stomatologiya [Orthopedic dentistry] / V.N. Trezubov. — Moscow : GEOTAR-MEDIA, 2024. — 736 p. [in Russian]
4. Gebska M. Qualitative and quantitative assessment of headaches in people with temporomandibular joint disorders: A pilot study / M. Gebska // Adv Clin Exp Med. — 2023. — 23(10). — P. 1193–1199.

5. Kubala E. Multidisciplinary and Nonpharmacological Management of Pain in Temporomandibular Disorders (TMDs) / E Kubala // *Pain Res Manag.* — 2022. — 11. — P. 360.
6. Latisheva N.V. Disfunktsiya visochno-nizhnechelyustnogo sustava kak naibolee chastaya prichina boli v litse: sovremennoe sostoyanie problemi [Temporomandibular joint dysfunction as the most common cause of facial pain: current state of the problem] / N.V. Latisheva // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова* [S.S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry]. — 2017. — 117(10). — P. 106–113. [in Russian]
7. Abakarov S.I. Osnovi anatomii, okklyuzii i artikulyatsii v stomatologii [Fundamentals of anatomy, occlusion and articulation in dentistry] / S.I. Abakarov. — Moscow : GEOTAR-MEDIA, 2019. — 528 p. [in Russian]
8. Redinova T.L. Bolezni mishechno-sustavnogo kompleksa visochno-nizhnechelyustnogo sustava: chastota vstrechaemosti, klinika, etiopatogeneticheskie faktori [Diseases of the musculoskeletal complex of the temporomandibular joint: frequency of occurrence, clinic, etiopathogenetic factors] / T.L. Redinova // *Российский стоматологический журнал* [Russian Dental Journal]. — 2021. — 25(2). — P. 185–192. DOI: 10.17816/1728-2802-2021-25-2-185-192. [in Russian]
9. Lomas J. Temporomandibular dysfunction / J. Lomas // *Aust J Gen Pract.* — 2018. — 47(4). — P. 212–215.
10. List T. Temporomandibular disorders: Old ideas and new concepts / T. List // *Cephalalgia.* — 2017. — 37(7). — P. 692–704.
11. Palmer J. Temporomandibular disorders / J. Palmer // *BJA Educ.* — 2021. — 21(2). — P. 44–50.
12. Maiboroda Yu.N. Neiromishechnaya i sustavnaya disfunktsiya visochno-nizhnechelyustnogo sustava. [Neuromuscular and articular dysfunction of the temporomandibular joint.] / Yu.N. Maiboroda // *Kubanskii nauchnii meditsinskii vestnik* [Kuban Scientific Medical Bulletin]. — 2017. — 24(3). — P. 142–148. [in Russian]
13. Pihut M. The significance of masticatory muscle's relaxation in the treatment of the temporomandibular disorders / M. Pihut // *Review article.* — 2023. — 63(1). — P. 45–52.
14. Khawaja S.N. Infield masticatory muscle activity in subjects with pain-related temporomandibular disorders diagnoses / S.N. Khawaja // *Orthod Craniofac Res.* — 2015. — 18. — P. 137–145.
15. Cutroneo G. Morphofunctional compensation of masseter muscles in unilateral posterior crossbite patients / G. Cutroneo // *Eur J Histochem.* — 2016. — 60(2). — P. 2605.
16. Vermiglio G. Immunofluorescence Evaluation of Myf5 and MyoD in Masseter Muscle of Unilateral Posterior Crossbite Patients / G. Vermiglio // *J Funct Morphol Kinesiol.* — 2020. — 5. — P. 80.
17. Mapelli A. Reorganization of muscle activity in patients with chronic temporomandibular disorders / A. Mapelli // *Arch Oral Biol.* — 2016. — 72. — P. 164–171.
18. Iwasaki L.R. A pilot study of ambulatory masticatory muscle activities in temporomandibular joint disorders diagnostic groups / L.R. Iwasaki // *Orthod Craniofac Res.* — 2015. — 1. — P. 146–155.
19. Iglesias-Peón M. Test-retest reliability of the isometric contraction test (IC test) of the masticatory muscles in subjects with and without temporomandibular muscle disorders / M. Iglesias-Peón, J. Mesa-Jiménez, C. Fernández-de-las-Peñas // *Journal of Applied Oral Science.* — 2023. — Vol. 31. — e20230001 p. — DOI: 10.1590/1678-7757-2023-0045.
20. Szyszka-Sommerfeld L. Electromyography as a Means of Assessing Masticatory Muscle Activity in Patients with Pain-Related Temporomandibular Disorders / L. Szyszka-Sommerfeld, M. Machoy, M. Lipski [et al.] // *Pain Res Manag.* — 2020. — Vol. 2020. — 9750915 p. — DOI: 10.1155/2020/9750915.
21. Berni K.C. Accuracy of the surface electromyography RMS processing for the diagnosis of myogenous temporomandibular disorder / K.C. Berni, A.V. Dibai-Filho, P.F. Pires [et al.] // *Journal of Electromyography and Kinesiology.* — 2015. — Vol. 25. — № 4. — P. 596–602. — DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.05.004.
22. Szyszka-Sommerfeld L. Accuracy of Surface Electromyography in the Diagnosis of Pain-Related Temporomandibular Disorders in Children with Awake Bruxism / L. Szyszka-Sommerfeld, M. Sycińska-Dziarnowska, A. Budzyńska [et al.] // *J Clin Med.* — 2022. — Vol. 11. — № 5. — 1323 p. — DOI: 10.3390/jcm11051323.
23. Li B.Y. An investigation on the simultaneously recorded occlusion contact and surface electromyographic activity for patients with unilateral temporomandibular disorders pain / B.Y. Li, L.J. Zhou, S.X. Guo [et al.] // *Journal of Electromyography and Kinesiology.* — 2016. — Vol. 28. — P. 199–207. — DOI: 10.1016/j.jelekin.2015.11.002.
24. Lee Y.H. MRI-Based Assessment of Masticatory Muscle Changes in TMD Patients after Whiplash Injury / Y.H. Lee, K.M. Lee, Q.S. Auh // *Journal of Clinical Medicine.* — 2021. — Vol. 10. — № 7. — 1404 p. — DOI: 10.3390/jcm10071404.